



(10) **DE 10 2004 040 642 B4** 2015.11.26

(12)

## Patentschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2004 040 642.1**

(22) Anmeldetag: **21.08.2004**

(43) Offenlegungstag: **09.03.2006**

(45) Veröffentlichungstag  
der Patenterteilung: **26.11.2015**

(51) Int Cl.: **F16H 3/66 (2006.01)**

Innerhalb von neun Monaten nach Veröffentlichung der Patenterteilung kann nach § 59 Patentgesetz gegen das Patent Einspruch erhoben werden. Der Einspruch ist schriftlich zu erklären und zu begründen. Innerhalb der Einspruchsfrist ist eine Einspruchsgebühr in Höhe von 200 Euro zu entrichten (§ 6 Patentkostengesetz in Verbindung mit der Anlage zu § 2 Abs. 1 Patentkostengesetz).

(73) Patentinhaber:  
**ZF Friedrichshafen AG, 88046 Friedrichshafen,  
DE**

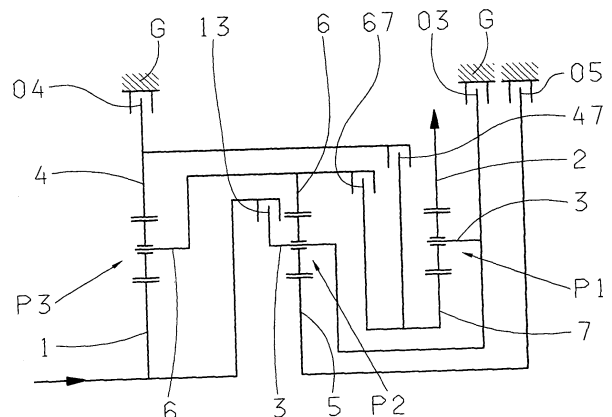
(56) Ermittelter Stand der Technik:  
**siehe Folgeseiten**

(72) Erfinder:  
**Diosi, Gabor, Dipl.-Ing., 88045 Friedrichshafen,  
DE; Haupt, Josef, Dipl.-Ing., 88069 Tettngang,  
DE; Gumpoltsberger, Gerhard, Dipl.-Ing., 88045  
Friedrichshafen, DE; Ziemer, Peter, Dipl.-Ing.,  
88069 Tettngang, DE**

(54) Bezeichnung: **Mehrstufengetriebe**

(57) Hauptanspruch: Mehrstufengetriebe in Planetenbauweise, insbesondere Automatgetriebe für ein Kraftfahrzeug, umfassend eine Antriebswelle (1) und eine Abtriebswelle (2), welche in einem Gehäuse (G) angeordnet sind, drei Planetensätze (P1, P2, P3), sieben drehbare Wellen (1, 2, 3, 4, 5, 6, 7) sowie sechs Schaltelemente (03, 04, 05, 13, 47, 67), umfassend Bremsen (03, 04, 05) und Kupplungen (13, 67, 47), deren selektives Eingreifen verschiedene Übersetzungsverhältnisse zwischen der Antriebswelle (1) und der Abtriebswelle (2) bewirkt, so dass acht Vorwärtsgänge und mindestens ein Rückwärtsgang realisierbar sind, wobei die als Antriebswelle ausgeführte erste Welle (1) ständig mit dem Sonnenrad des dritten Planetensatzes (P3) verbunden und über eine erste Kupplung (13) mit der Welle (3) lösbar verbindbar ist, welche ständig mit dem Steg des zweiten Planetensatzes (P2) und dem Steg des ersten Planetensatzes (P1) verbunden und über eine erste Bremse (03) an das Gehäuse (G) ankoppelbar ist, wobei die sechste Welle (6) ständig mit dem Hohlrad des zweiten Planetensatzes (P2) und dem Steg des dritten Planetensatzes (P3) verbunden und über eine zweite Kupplung (67) mit der ständig mit dem Sonnenrad des ersten Planetensatzes (P1) verbundenen siebten Welle (7) lösbar verbindbar ist, welche über eine dritte Kupplung (47) mit der vierten Welle (4) lösbar verbindbar ist, die ständig mit dem Hohlrad des dritten Planetensatzes (P3) verbunden und über eine zweite Bremse (04) an das Gehäuse (G) ankoppelbar ist, und wobei die als Abtriebswelle ausgeführte zweite Welle (2) ständig mit dem Hohlrad des ersten Planetensatzes (P1) verbunden ist und die fünfte Welle (5) ständig mit dem Sonnenrad des zweiten Planetensatzes (P2) verbunden und

über eine dritte Bremse (05) an das Gehäuse (G) ankoppelbar ist.



(56) Ermittelter Stand der Technik:

DE	29 36 969	A1
DE	101 15 983	A1
DE	101 15 987	A1
DE	102 00 379	A1
DE	102 13 820	A1
DE	103 40 728	A1
DE	199 12 480	A1
DE	199 49 507	A1
DE	10 2004 038 516	A1
US	6 139 463	A
EP	0 434 525	A1

## Beschreibung

**[0001]** Die vorliegende Erfindung betrifft ein Mehrstufengetriebe in Planetenbauweise, insbesondere ein Automatgetriebe für ein Kraftfahrzeug.

**[0002]** Automatgetriebe, insbesondere für Kraftfahrzeuge, umfassen nach dem Stand der Technik Planetensätze, die mittels Reibungs- bzw. Schaltelelementen, wie etwa Kupplungen und Bremsen, geschaltet werden und üblicherweise mit einem einer Schlupfwirkung unterliegenden und wahlweise mit einer Überbrückungskupplung versehenen Anfahrlement, wie etwa einem hydrodynamischen Drehmomentwandler, oder einer Strömungskupplung verbunden sind.

**[0003]** Ein derartiges Getriebe geht aus der EP 0 434 525 A1 hervor. Es umfasst im Wesentlichen eine Antriebswelle und eine Abtriebswelle, die parallel zueinander angeordnet sind, einen konzentrisch zur Abtriebswelle angeordneten, als Zweisteg-Vierwellen-Planetengertriebe ausgebildeten und mit der Antriebswelle verbindbaren Hauptradsatz, einen mit der Antriebswelle verbundenen und mit dem Hauptradsatz verbindbaren Vorschalttradsatz, sowie fünf Schaltelelemente in der Form von drei Kupplungen und zwei Bremsen, deren wahlweise Sperrung jeweils paarweise die verschiedenen Gangübersetzungen zwischen der Antriebswelle und der Abtriebswelle bestimmt. Hierbei weist das Getriebe zwei Leistungswege auf, so dass durch das selektive paarweise Eingreifen der fünf Schaltelelemente sechs Vorwärtsgänge erzielt werden.

**[0004]** Hierbei werden bei dem ersten Leistungsweg zwei Kupplungen zur Übertragung des Drehmomentes vom Vorschalttradsatz zu zwei Elementen des Hauptradsatzes benötigt. Diese sind in Kraftflussrichtung im Wesentlichen hinter dem Vorschalttradsatz in Richtung Hauptradsatz angeordnet. Bei dem zweiten Leistungsweg ist eine weitere Kupplung vorgesehen, die diesen mit einem weiteren Element des Hauptradsatzes lösbar verbindet. Hierbei sind die Kupplungen derart angeordnet, dass der Innenlamellenträger den Abtrieb bildet.

**[0005]** Des Weiteren ist aus der Druckschrift US 6,139,463 A ein kompaktes Mehrstufengetriebe in Planetenbauweise, insbesondere für ein Kraftfahrzeug bekannt, welches zwei miteinander gekoppelte Planetenradsätze und einen Vorschalttradsatz sowie drei Kupplungen und zwei Bremsen aufweist. Bei diesem bekannten Mehrstufengetriebe sind bei einem ersten Leistungsweg zwei Kupplungen C-1 und C-3 zum Übertragen des Drehmoments vom Vorschalttradsatz zu den beiden gekoppelten Planetenradsätzen vorgesehen. Hierbei ist der Außenlamellenträger bzw. die Zylinder- bzw. Kolben- und Druckausgleichsseite der Kupplung C-3 mit einer ersten Brem-

se B-1 verbunden. Zudem ist der Innenlamellenträger der dritten Kupplung C-3 mit der Zylinder- bzw. Kolben- und Druckausgleichsseite der ersten Kupplung C-1 verbunden, wobei der Innenlamellenträger der ersten Kupplung C-1 abtriebsseitig angeordnet ist und mit einem Sonnenrad des dritten Planetenradsatzes verbunden ist.

**[0006]** Des Weiteren ist aus der DE 199 49 507 A1 der Anmelderin ein Mehrstufengetriebe bekannt, bei dem an der Antriebswelle zwei nicht schaltbare Vorschalttradsätze vorgesehen sind, die ausgangsseitig zwei Drehzahlen erzeugen, die neben der Drehzahl der Antriebswelle wahlweise auf einen auf die Abtriebswelle wirkenden, schaltbaren, mehrgliedrigen Hauptplanetensatz durch selektives Schließen der verwendeten Schaltelelemente derart schaltbar sind, dass zum Umschalten von einem Gang in den jeweils nächstfolgenden höheren oder niedrigeren Gang von den beiden gerade betätigten Schaltelelementen jeweils nur ein Schaltelement zu- oder abgeschaltet werden muss.

**[0007]** Aus der DE 199 12 480 A1 ist ein automatisch schaltbares Kraftfahrzeuggetriebe mit drei Einsteg-Planetensätzen sowie drei Bremsen und zwei Kupplungen zum Schalten von sechs Vorwärtsgängen und einem Rückwärtsgang und mit einer Antriebs- sowie einer Abtriebswelle bekannt. Das automatisch schaltbare Kraftfahrzeuggetriebe ist derart ausgebildet, dass die Antriebswelle direkt mit dem Sonnenrad des zweiten Planetensatzes verbunden ist, und dass die Antriebswelle über die erste Kupplung mit dem Sonnenrad des ersten Planetensatzes und/oder über die zweite Kupplung mit dem Steg des ersten Planetensatzes verbindbar ist. Zusätzlich oder alternativ ist das Sonnenrad des ersten Planetensatzes über die erste Bremse mit dem Gehäuse des Getriebes und/oder der Steg des ersten Planetensatzes über die zweite Bremse mit dem Gehäuse und/oder das Sonnenrad des dritten Planetensatzes über die dritte Bremse mit dem Gehäuse verbindbar.

**[0008]** Des Weiteren ist aus der DE 102 13 820 A1 ein Mehrgangautomatikgetriebe bekannt, umfassend einen ersten Eingangspfad T1 eines ersten Übersetzungsverhältnisses; einen Eingangspfad T2, der ein größeres Übersetzungsverhältnis als dieser Eingangspfad T1 hat; einen Planetenradsatz mit vier Elementen, wobei die vier Elemente ein erstes Element, ein zweites Element, ein drittes Element und ein viertes Element in der Reihenfolge der Elemente in einem Drehzahldiagramm sind; eine Kupplung C-2, die eine Drehung des Eingangspfades T2 auf das erste Element S3 überträgt; eine Kupplung C-1, die die Drehung von dem Eingangspfad T2 auf das vierte Element S2 überträgt; eine Kupplung C-4, die eine Drehung von dem Eingangspfad T1 auf das erste Element überträgt; eine Kupplung C-3, die die Drehung von dem Eingangspfad T1 auf das zweite Element C3

überträgt; eine Bremse B-1, die den Eingriff des vierten Elements herstellt; eine Bremse B-2, die den Eingriff des zweiten Elements herstellt; und ein Abtriebs-element, das mit dem dritten Element R3 gekoppelt ist.

**[0009]** Im Rahmen der DE 101 15 983 A1 der Anmelderin wird ein Mehrstufengetriebe beschrieben, mit einer Antriebswelle, die mit einem Vorschaltatz verbunden ist, mit einer Abtriebswelle, die mit einem Nachschaltatz verbunden ist, und mit maximal sieben Schaltelementen, durch deren wahlweises Schalten mindestens sieben Vorwärtsgänge ohne Gruppenschaltung schaltbar sind. Der Vorschaltatz wird aus einem Vorschalt-Planetenradsatz oder maximal zwei nicht schaltbaren, mit dem ersten Vorschalt-Planetenradsatz gekoppelten Vorschalt-Planetenradsätzen gebildet, wobei der Nachschaltatz als Zweisteg-Vierwellen-Getriebe mit zwei schaltbaren Nachschalt-Planetenradsätzen ausgebildet ist und vier freie Wellen aufweist. Die erste freie Welle dieses Zweisteg-Vierwellen-Getriebes ist mit dem ersten Schaltelement verbunden, die zweite freie Welle mit dem zweiten und dritten Schaltelement, die dritte freie Welle mit dem vierten und fünften Schaltelement und die vierte freie Welle ist mit der Abtriebswelle verbunden. Für ein Mehrstufengetriebe mit insgesamt sechs Schaltelementen wird erfindungsgemäß vorgeschlagen, die dritte freie Welle oder die erste freie Welle des Nachschaltatzes zusätzlich mit einem sechsten Schaltelement zu verbinden. Für ein Mehrstufengetriebe mit insgesamt sieben Schaltelementen wird erfindungsgemäß vorgeschlagen, die dritte freie Welle zusätzlich mit einem sechsten Schaltelement (D') und die erste freie Welle zusätzlich mit einem siebten Schaltelement zu verbinden.

**[0010]** Ferner ist im Rahmen der DE 101 15 987 A1 der Anmelderin ein Mehrstufengetriebe mit mindestens sieben Gängen beschrieben. Dieses Getriebe besteht neben der Antriebswelle und der Abtriebswelle aus einem nicht schaltbaren Vorschalt-radsatz und einem schaltbaren Nachschalt-radsatz in Form eines Zweisteg-Vierwellen-Getriebes. Der Vorschalt-radsatz besteht aus einem ersten Planetenradsatz, welcher neben der Eingangsdrehzahl der Antriebswelle eine zweite Drehzahl anbietet, die wahlweise auf einen Nachschalt-radsatz geschaltet werden kann. Der Nachschalt-radsatz besteht aus zwei schaltbaren Planetenradsätzen, welche mit den sechs Schaltelementen mindestens sieben Gänge schalten kann, wobei zwei Leistungswege gebildet werden. Dabei werden bei jedem Schaltvorgang in vorteilhafter Weise stets Gruppenschaltungen vermieden. Ein 8-Gang-Mehrstufengetriebe ist ferner aus der DE 29 36 969 A1 bekannt; es umfasst acht Schaltelemente und vier Radsätze.

**[0011]** Ein weiteres Automatgetriebe mit drei Planetenradsätzen und sechs Schaltelementen, durch deren selektives Schließen in Gruppen von drei acht Vorwärtsgänge und ein Rückwärtsgang schaltbar sind, ist beispielsweise aus der DE 10 2004 038 516 A1 bekannt.

**[0012]** Weitere Automatgetriebe mit drei Planetenradsätzen und sieben Schaltelementen, durch deren selektives Schließen in Gruppen von drei zumindest acht Vorwärtsgänge und zwei Rückwärtsgänge schaltbar sind, sind beispielsweise aus der DE 103 40 728 A1 und der DE 102 00 379 A1 bekannt.

**[0013]** Automatisch schaltbare Fahrzeuggetriebe in Planetenbauweise im Allgemeinen sind im Stand der Technik bereits vielfach beschrieben und unterliegen einer permanenten Weiterentwicklung und Verbesserung. So sollen diese Getriebe eine ausreichende Anzahl von Vorwärtsgängen sowie einen Rückwärtsgang und eine für Kraftfahrzeuge sehr gut geeignete Übersetzung mit einer hohen Gesamtpreizung sowie günstigen Stufensprüngen aufweisen. Ferner sollen diese eine hohe Anfahrübersetzung in Vorwärtsrichtung ermöglichen und einen direkten Gang enthalten sowie für den Einsatz sowohl in Pkw als auch Nkw geeignet sein. Außerdem sollen diese Getriebe einen geringen Bauaufwand, insbesondere eine geringe Anzahl an Schaltelementen erfordern und bei sequentieller Schaltweise Doppelschaltungen vermeiden, so dass bei Schaltungen in definierten Ganggruppen jeweils nur ein Schaltelement gewechselt wird.

**[0014]** Der vorliegenden Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Mehrstufengetriebe der eingangs genannten Art vorzuschlagen, bei dem der Bauaufwand optimiert wird und zudem der Wirkungsgrad in den Hauptfahrgängen hinsichtlich der Schlepp- und Verzahnungsverluste verbessert wird. Zudem sollen bei dem erfindungsgemäßen Mehrstufengetriebe geringe Momente auf die Schaltelemente und Planetensätze wirken sowie die Drehzahlen der Wellen, Schaltelemente und Planetensätze möglichst gering gehalten werden. Des weiteren soll die Anzahl der Gänge sowie die Getriebespreizung erhöht werden, so dass in vorteilhafter Weise acht Vorwärtsgänge und mindestens ein Rückwärtsgang realisierbar sind. Außerdem soll das erfindungsgemäße Getriebe für jegliche Bauweise in ein Fahrzeug geeignet sein, insbesondere für eine Front-Quer-Anordnung und für eine Standard Anordnung.

**[0015]** Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch die Merkmale des Patentanspruchs 1 gelöst. Weitere Vorteile und vorteilhafte Ausgestaltungen gehen aus den Unteransprüchen hervor.

**[0016]** Demnach wird ein erfindungsgemäßes Mehrstufengetriebe in Planetenbauweise vorgeschlagen, welches eine Antriebswelle und eine Abtriebswelle aufweist, welche in einem Gehäuse angeordnet sind. Des weiteren sind zumindest drei Planetensätze, im Folgenden als erster, zweiter und dritter Planetensatz bezeichnet, mindestens sieben drehbare Wellen – im Folgenden als Antriebswelle, Abtriebswelle, dritte, vierte, fünfte, sechste und siebte Welle bezeichnet – sowie zumindest sechs Schaltelemente, umfassend Bremsen und Kupplungen, vorgesehen, deren selektives Eingreifen verschiedene Übersetzungsverhältnisse zwischen der Antriebswelle und der Abtriebswelle bewirkt, so dass vorzugsweise acht Vorwärtsgänge und mindestens ein Rückwärtsgang realisierbar sind. Dabei wird ein Schaltelement ausschließlich für den Rückwärtsgang benötigt und kann in vorteilhafter Weise als formschlüssiges Schaltelement ausgebildet sein, um die Schleppverluste zu reduzieren und somit den Gesamtwirkungsgrad zu erhöhen, da die Lastschaltbarkeit im Rückwärtsgang nicht benötigt wird.

**[0017]** Gemäß der Erfindung ist bei der für eine Front-Quer-Anordnung geeigneten Variante der Erfindung die Antriebswelle ständig mit dem Sonnenrad des dritten Planetensatzes verbunden und über eine Kupplung mit der dritten Welle lösbar verbindbar, welche ständig mit dem Steg des zweiten Planetensatzes und dem Steg des ersten Planetensatzes verbunden und über eine Bremse an das Gehäuse ankoppelbar ist. Ferner ist die sechste Welle ständig mit dem Hohlrad des zweiten Planetensatzes und dem Steg des dritten Planetensatzes verbunden und über eine weitere Kupplung mit der siebten Welle lösbar verbindbar, die über eine weitere Kupplung mit der vierten Welle lösbar verbindbar ist, die ständig mit dem Hohlrad des dritten Planetensatzes verbunden und über die eine weitere Bremse an das Gehäuse ankoppelbar ist. Erfindungsgemäß ist die siebte Welle zudem ständig mit dem Sonnenrad des ersten Planetensatzes verbunden. Die Abtriebswelle ist ständig mit dem Hohlrad des ersten Planetensatzes verbunden und die fünfte Welle ist ständig mit dem Sonnenrad des zweiten Planetensatzes verbunden und über eine weitere Bremse an das Gehäuse G ankoppelbar.

**[0018]** Im Rahmen einer weiteren Ausführungsform der Erfindung ist das Hohlrad des dritten Planetensatzes als geteiltes Hohlrad ausgeführt, um auf diese Weise eine Standard-Anordnung des Getriebes zu ermöglichen.

**[0019]** Durch die erfindungsgemäße Ausgestaltung des Mehrstufengetriebes ergeben sich zudem für Personenkraftwagen geeignete Übersetzungen sowie eine erhebliche Erhöhung der Gesamtspreizung des Mehrstufengetriebes, wodurch eine Verbesserung des Fahrkomforts und eine signifikante Verbrauchsabsenkung bewirkt werden.

**[0020]** Darüber hinaus wird mit dem erfindungsgemäßen Mehrstufengetriebe durch eine geringe Anzahl an Schaltelementen, vorzugsweise drei Bremsen und drei Kupplungen, der Bauaufwand erheblich reduziert. In vorteilhafter Weise ist es mit dem erfindungsgemäßen Mehrstufengetriebe möglich, ein Anfahren mit einem hydrodynamischen Wandler, einer externen Anfahrkupplung oder auch mit sonstigen geeigneten externen Anfahrteilen durchzuführen. Es ist auch denkbar, einen Anfahrvorgang mit einem im Getriebe integrierten Anfahrteil zu ermöglichen. Vorzugsweise eignet sich ein Schaltelement, welches im ersten Vorwärtsgang und im Rückwärtsgang betätigt wird.

**[0021]** Darüber hinaus ergibt sich bei dem erfindungsgemäßen Mehrstufengetriebe ein guter Wirkungsgrad in den Hauptfahrstufen infolge geringer Schlepp- und Verzahnungsverluste.

**[0022]** Des weiteren liegen geringe Momente in den Schaltelementen und in den Planetensätzen des Mehrstufengetriebes vor, wodurch der Verschleiß bei dem Mehrstufengetriebe in vorteilhafter Weise reduziert wird. Ferner wird durch die geringen Momente eine entsprechend geringe Dimensionierung ermöglicht, wodurch der benötigte Bauraum und die entsprechenden Kosten reduziert werden. Darüber hinaus liegen auch geringe Drehzahlen bei den Wellen, den Schaltelementen und den Planetensätzen vor.

**[0023]** Außerdem ist das erfindungsgemäße Getriebe derart konzipiert, dass eine Anpassbarkeit an unterschiedliche Triebstrangausgestaltungen sowohl in Kraftflussrichtung als auch in räumlicher Hinsicht ermöglicht wird; so ist es z. B. möglich, dass Antrieb und Abtrieb auf der gleichen Seite des Gehäuses vorgesehen sind.

**[0024]** Die Erfindung wird im Folgenden anhand der Zeichnungen beispielhaft näher erläutert. In diesen stellen dar:

**[0025]** Fig. 1 eine schematische Darstellung einer bevorzugten Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Mehrstufengetriebes, welche für eine Front-Quer-Anordnung geeignet ist;

**[0026]** Fig. 2 eine schematische Darstellung einer weiteren Ausführungsform eines Mehrstufengetriebes, welche für eine Standard-Anordnung geeignet ist; und

**[0027]** Fig. 3 ein beispielhaftes Schaltschema für das erfindungsgemäße Mehrstufengetriebe gemäß Fig. 1 und das Getriebe gemäß Fig. 2.

**[0028]** In Fig. 1 ist ein erfindungsgemäßes Mehrstufengetriebe mit einer Antriebswelle 1 und einer Abtriebswelle 2 dargestellt, welche in einem Gehäuse

G angeordnet sind. Es sind drei Planetensätze P1, P2, P3 vorgesehen, die in der Reihenfolge P3, P2, P1 hintereinander in axialer Richtung angeordnet sind, wobei die Planetensätze als Minus-Planetenradsätze ausgebildet sind. Bekanntlich weist ein Minus-Planetenradsatz Planetenräder auf, die mit Sonnen- und Hohlrad dieses Planetensatzes kämmen.

**[0029]** Wie aus **Fig. 1** und **Fig. 2** ersichtlich, sind sechs Schaltelemente, nämlich drei Bremsen **03**, **04**, und **05** und drei Kupplungen **13**, **47** und **67** vorgesehen. Vorzugsweise sind die Kupplungen als Lamellenkupplungen ausgebildet.

**[0030]** Mit diesen Schaltelementen ist ein selektives Schalten von acht Vorwärtsgängen und einem Rückwärtsgang realisierbar. Das erfindungsgemäße Mehrstufengetriebe weist insgesamt sieben drehbare Wellen auf, nämlich die Wellen **1**, **2**, **3**, **4**, **5**, **6** und **7**.

**[0031]** Erfindungsgemäß ist bei dem Mehrstufengetriebe gemäß **Fig. 1** vorgesehen, dass der Antrieb durch die Welle **1** erfolgt, welche ständig mit dem Sonnenrad des dritten Planetensatzes P3 verbunden und über eine Kupplung **13** mit der Welle **3** lösbar verbindbar ist, welche ständig mit dem Steg des zweiten Planetensatzes P2 und dem Steg des ersten Planetensatzes P1 verbunden und über eine Bremse **03** an das Gehäuse G ankoppelbar ist. Ferner ist eine Welle **6** vorgesehen, welche ständig mit dem Hohlrad des zweiten Planetensatzes P2 und dem Steg des dritten Planetensatzes P3 verbunden und über eine Kupplung **67** mit der Welle **7** lösbar verbindbar ist, welche über eine Kupplung **47** mit der Welle **4** lösbar verbindbar ist, die ständig mit dem Hohlrad des dritten Planetensatzes P3 verbunden und über die Bremse **04** an das Gehäuse G ankoppelbar ist. Die Welle **7** ist zudem ständig mit dem Sonnenrad des ersten Planetensatzes P1 verbunden.

**[0032]** Die Abtriebswelle **2** ist gemäß der Erfindung ständig mit dem Hohlrad des ersten Planetensatzes P1 verbunden; eine weitere Welle **5** ist ständig mit dem Sonnenrad des zweiten Planetensatzes P2 verbunden und über eine Bremse **05** an das Gehäuse G ankoppelbar.

**[0033]** Hierbei sind die Kupplungen **47** und **67**, radial betrachtet, vorzugsweise im Wesentlichen übereinander und axial betrachtet im Wesentlichen zwischen dem ersten und dem zweiten Planetensatz angeordnet; der Außenlamellenträger der Kupplung **47** ist hierbei, radial betrachtet, oberhalb der Kupplung **47** geführt.

**[0034]** Im Rahmen der gezeigten Ausführungsform ist die Kupplung **13**, axial betrachtet, zwischen dem zweiten und dem dritten Planetensatz angeordnet, wobei deren Außenlamellenträger antriebsseitig angeordnet ist.

**[0035]** In **Fig. 2** ist eine Ausführungsform des erfindungsgemäßen Getriebes dargestellt, welche für eine Standard-Anordnung geeignet ist. Hierbei unterscheidet sich diese Ausführungsform von der in **Fig. 1** gezeigten dadurch, dass das Hohlrad des dritten Planetensatzes P3 als geteiltes Hohlrad ausgebildet ist, derart, dass eine Verbindung des Hohlrades des zweiten Planetensatzes P2 mit dem Steg des dritten Planetensatzes P3 durch ein Hindurchgreifen der Welle **6** durch die zwei Teile des Hohlrades auf den Steg des dritten Planetensatzes P2 hergestellt werden kann, die Welle **7** über die Kupplung **47** mit einem ersten Teil **4'** der Welle **4** lösbar verbindbar ist, der ständig mit dem ersten Teil des Hohlrades des dritten Planetensatzes P3 verbunden ist und wobei der zweite Teil **4** der Welle **4** mit dem zweiten Teil des Hohlrades des dritten Planetensatzes P3 verbunden und über die Bremse **04** an das Gehäuse G ankoppelbar ist (der erste und der zweite Teil der Welle **4** sind über die Planeten des dritten Planetensatzes P3 miteinander kinematisch gekoppelt). Des Weiteren sind die Planetensätze in der Reihenfolge P3, P1, P2 axial hintereinander angeordnet. Hierbei sind die Kupplungen **47** und **67**, radial betrachtet, vorzugsweise im Wesentlichen übereinander und axial betrachtet im Wesentlichen zwischen dem ersten und dem zweiten Planetensatz angeordnet; der Außenlamellenträger der Kupplung **47** ist hierbei, radial betrachtet, oberhalb der Kupplung **47** geführt.

**[0036]** Bei der in **Fig. 2** gezeigten Ausführungsform ist die Kupplung **13**, axial betrachtet, zwischen dem ersten und dem zweiten Planetensatz angeordnet. Ferner sind die Kupplungen **47** und **67**, radial betrachtet, vorzugsweise im Wesentlichen übereinander und axial betrachtet im Wesentlichen zwischen dem ersten und dem dritten Planetensatz angeordnet, wobei der Außenlamellenträger der Kupplung **47**, radial betrachtet, vorzugsweise oberhalb der Kupplung **47** geführt ist.

**[0037]** Die räumliche Anordnung der Schaltelemente innerhalb des Getriebes kann beliebig sein und wird nur durch die Abmessungen und die äußere Formgebung des Getriebegehäuses G begrenzt.

**[0038]** In **Fig. 3** ist ein beispielhaftes Schaltschema des erfindungsgemäßen Mehrstufengetriebes gemäß **Fig. 1** und des Getriebes gemäß **Fig. 2** dargestellt. Für jeden Gang werden drei Schaltelemente geschlossen. Dem Schaltschema können auch beispielhaft Werte für die jeweiligen Übersetzungen  $i$  der einzelnen Gangstufen und die daraus zu bestimmenden Stufensprünge  $\phi$  entnommen werden. Die angegebenen Übersetzungen ergeben sich aus den (typischen) Standgetriebeübersetzungen der Planetensätze P1, P2, und P3 von minus 2,9, minus 1,85 und minus 1,55. Des Weiteren kann dem Schaltschema entnommen werden, dass bei sequentieller Schaltweise Doppelschaltungen bzw. Gruppen-

schaltungen vermieden werden, da zwei benachbarte Gangstufen zwei Schaltelemente gemeinsam benutzen. Der sechste Gang ist vorzugsweise als direkter Gang ausgebildet, wobei die Stufensprünge in den oberen Gängen klein sind. Dem Schaltschema ist zudem zu entnehmen, dass die Bremse **03** ausschließlich für den Rückwärtsgang bzw. für beide Rückwärtsgänge benötigt wird; aus diesem Grunde ist diese Bremse beispielsweise als formschlüssiges Schaltelement, vorzugsweise als unsynchronisierte Klauenkupplung bzw. Klauenbremse ausgebildet, da die Lastschaltbarkeit im Rückwärtsgang nicht benötigt wird.

**[0039]** Der erste Gang ergibt sich durch Schließen der Kupplung **67** und der Bremsen **04** und **05**, der zweite Gang durch Schließen der Bremsen **04** und **05** und der Kupplung **47**, der dritte Gang durch Schließen der Kupplungen **47** und **67** und der Bremse **05** und der vierte Gang durch Schließen der Kupplungen **13** und **47** und der Bremse **05**. Ferner ergibt sich der fünfte Gang durch Schließen der Kupplungen **13** und **67** und der Bremse **05**, der sechste Gang durch Schließen der Kupplungen **13**, **47** und **67**, der siebte Gang durch Schließen der Kupplungen **13** und **67** und der Bremse **04** und der achte Gang durch Schließen der Kupplungen **13** und **47** und der Bremse **04**. Wie aus dem Schaltschema ersichtlich, ergibt sich ein erster Rückwärtsgang bzw. ein zweiter Rückwärtsgang durch Schließen der Bremse **03** und der Kupplungen **47** und **67** sowie durch Schließen der Bremsen **03** und **04** und der Kupplung **67**.

**[0040]** Der Schaltablauf von N nach R1 kann wie folgt erfolgen: Die vorzugsweise als Lamellenkupplung ausgebildete Kupplung **67** ist bereits eingelegt, da sie sowohl für den ersten Gang als auch für den ersten Rückwärtsgang R1 benötigt wird. Zum Einlegen des ersten Rückwärtsganges R1 wird zuerst die vorzugsweise als Klauenbremse ausgebildete Bremse **03** und anschließend die Lamellenkupplung **47** geschlossen, wodurch die Schaltqualität durch den Schaltablauf beim Schließen der Lamellenkupplung bestimmt wird. Beim Schalten von D nach R1 und bei eingelegtem ersten Gang bleibt die Lamellenkupplung **67** eingelegt und die vorzugsweise als Lamellenbremsen ausgebildeten Bremsen **04** und **05** werden geöffnet. Anschließend wird zuerst die Klauenbremse **03** eingerückt und dann die Kupplung **47** geschlossen. Analog dazu bleibt beim Wechsel von R1 nach D die Lamellenkupplung **67** eingelegt und die Lamellenkupplung **47** wird geöffnet. Anschließend wird die Klauenbremse **03** ausgerückt und die Lamellenbremsen **04** und **05** werden geschlossen.

**[0041]** In vorteilhafter Weise erfolgt das Schließen der Lamellenbremsen **04** und **05** beim Wechsel von N nach D oder von R1 nach D überlappend (zeitlich verschachtelt), derart, dass kein Druckeinbruch in der Ölversorgung auftreten kann. Vorzugsweise kann

dies dadurch erreicht werden, dass beim Schließen unterschiedlich hohe Fülldrücke vorgesehen sind; die Abstimmung erfolgt über die Konstanten der Rückholfedern in den einzelnen Kupplungen.

**[0042]** Analog stellen sich die den zweiten Rückwärtsgang R2 betreffenden Schaltabläufe N nach R2 bzw. D nach R2 und R2 nach D dar. Hier ist statt der Kupplung **47** die Bremse **04** betroffen.

**[0043]** Gemäß der Erfindung ist ein Anfahren des Kraftfahrzeugs mit einem im Getriebe integrierten Schaltelement möglich. Hierbei ist ein Schaltelement besonders geeignet, das im ersten Gang und im Rückwärtsgang benötigt wird, vorzugsweise also die Kupplung **67**.

**[0044]** Gemäß der Erfindung können sich auch bei gleichem Getriebeschema je nach Schaltlogik unterschiedliche Gangsprünge ergeben, so dass eine anwendungs- bzw. fahrzeugspezifische Variation ermöglicht wird.

**[0045]** Es ist zudem möglich, an jeder geeigneten Stelle des Mehrstufengetriebes zusätzliche Freiläufe vorzusehen, beispielsweise zwischen einer Welle und dem Gehäuse oder um zwei Wellen gegebenenfalls zu verbinden.

**[0046]** Auf der Antriebsseite oder auf der Abtriebsseite können erfindungsgemäß ein Achsdifferential und/oder ein Verteilerdifferential angeordnet werden.

**[0047]** Im Rahmen einer vorteilhaften Weiterbildung kann die Antriebswelle **1** durch ein Kupplungselement von einem Antriebs-Motor nach Bedarf getrennt werden, wobei als Kupplungselement ein hydrodynamischer Wandler, eine hydraulische Kupplung, eine trockene Anfahrkupplung, eine nasse Anfahrkupplung, eine Magnetpulverkupplung oder eine Fliehkraftkupplung einsetzbar sind. Es ist auch möglich, ein derartiges Anfahrerelement in Kraftflussrichtung hinter dem Getriebe anzuordnen, wobei in diesem Fall die Antriebswelle **1** ständig mit der Kurbelwelle des Motors verbunden ist.

**[0048]** Das erfindungsgemäße Mehrstufengetriebe ermöglicht außerdem die Anordnung eines Torsionsschwingungsdämpfers zwischen Motor und Getriebe.

**[0049]** Im Rahmen einer weiteren, nicht dargestellten Ausführungsform der Erfindung kann auf jeder Welle, bevorzugt auf der Antriebswelle **1** oder der Abtriebswelle **2**, eine verschleißfreie Bremse, wie z. B. ein hydraulischer oder elektrischer Retarder oder dergleichen, angeordnet sein, was insbesondere für den Einsatz in Nutzkraftfahrzeugen von besonderer Bedeutung ist. Des Weiteren kann zum Antrieb von zusätzlichen Aggregaten auf jeder Welle, bevorzugt auf

der Antriebswelle **1** oder der Abtriebswelle **2**, ein Nebenabtrieb vorgesehen sein.

**[0050]** Die eingesetzten Schaltelemente können als lastschaltende Kupplungen oder Bremsen ausgebildet sein. Insbesondere können kraftschlüssige Kupplungen oder Bremsen, wie z. B. Lamellenkupplungen, Bandbremsen und/oder Konuskupplungen, verwendet werden. Des Weiteren können, wie bereits erläutert als Schaltelemente auch formschlüssige Bremsen und/oder Kupplungen, wie z. B. Synchronisierungen oder Klauenkupplungen eingesetzt werden.

**[0051]** Ein weiterer Vorteil des hier vorgestellten Mehrstufengetriebes besteht darin, dass auf jeder Welle als Generator und/oder als zusätzliche Antriebsmaschine eine elektrische Maschine anbringbar ist.

#### Bezugszeichenliste

<b>1</b>	Welle
<b>2</b>	Welle
<b>3</b>	Welle
<b>4, 4'</b>	Welle
<b>5</b>	Welle
<b>6</b>	Welle
<b>7</b>	Welle
<b>03</b>	erste Bremse
<b>04</b>	zweite Bremse
<b>05</b>	dritte Bremse
<b>13</b>	erste Kupplung
<b>47</b>	dritte Kupplung
<b>67</b>	zweite Kupplung
<b>P1</b>	erster Planetensatz
<b>P2</b>	zweiter Planetensatz
<b>P3</b>	dritter Planetensatz
<b>i</b>	Übersetzung
<b>φ</b>	Stufensprung
<b>G</b>	Gehäuse

#### Patentansprüche

1. Mehrstufengetriebe in Planetenbauweise, insbesondere Automatgetriebe für ein Kraftfahrzeug, umfassend eine Antriebswelle (**1**) und eine Abtriebswelle (**2**), welche in einem Gehäuse (G) angeordnet sind, drei Planetensätze (P1, P2, P3), sieben drehbare Wellen (**1, 2, 3, 4, 5, 6, 7**) sowie sechs Schaltelemente (**03, 04, 05, 13, 47, 67**), umfassend Bremsen (**03, 04, 05**) und Kupplungen (**13, 67, 47**), deren selektives Eingreifen verschiedene Übersetzungsverhältnisse zwischen der Antriebswelle (**1**) und der Abtriebswelle (**2**) bewirkt, so dass acht Vorwärtsgänge und mindestens ein Rückwärtsgang realisierbar sind, wobei die als Antriebswelle ausgeführte erste Welle (**1**) ständig mit dem Sonnenrad des dritten Planetensatzes (P3) verbunden und über eine erste Kupplung (**13**) mit der Welle (**3**) lösbar verbindbar ist, welche ständig mit dem Steg des zweiten Planetensatz-

zes (P2) und dem Steg des ersten Planetensatzes (P1) verbunden und über eine erste Bremse (**03**) an das Gehäuse (G) ankoppelbar ist, wobei die sechste Welle (**6**) ständig mit dem Hohlrad des zweiten Planetensatzes (P2) und dem Steg des dritten Planetensatzes (P3) verbunden und über eine zweite Kupplung (**67**) mit der ständig mit dem Sonnenrad des ersten Planetensatzes (P1) verbundenen siebten Welle (**7**) lösbar verbindbar ist, welche über eine dritte Kupplung (**47**) mit der vierten Welle (**4**) lösbar verbindbar ist, die ständig mit dem Hohlrad des dritten Planetensatzes (P3) verbunden und über eine zweite Bremse (**04**) an das Gehäuse (G) ankoppelbar ist, und wobei die als Abtriebswelle ausgeführte zweite Welle (**2**) ständig mit dem Hohlrad des ersten Planetensatzes (P1) verbunden ist und die fünfte Welle (**5**) ständig mit dem Sonnenrad des zweiten Planetensatzes (P2) verbunden und über eine dritte Bremse (**05**) an das Gehäuse (G) ankoppelbar ist.

2. Mehrstufengetriebe nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Planetensätze (P1, P2, P3) in der Reihenfolge P3, P2, P1 hintereinander in axialer Richtung angeordnet sind.

3. Mehrstufengetriebe nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Kupplungen (**47**) und (**67**), axial betrachtet, im Wesentlichen zwischen dem ersten und dem zweiten Planetensatz (P1, P2) angeordnet sind.

4. Mehrstufengetriebe nach Anspruch 1, 2 oder 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Kupplung (**13**), axial betrachtet, zwischen dem zweiten und dem dritten Planetensatz (P2, P3) angeordnet ist.

5. Mehrstufengetriebe nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass ein Schaltelement, insbesondere die erste Bremse (**03**), ausschließlich für den Rückwärtsgang bzw. die Rückwärtsgänge benötigt wird.

6. Mehrstufengetriebe nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Planetensätze (P1, P2, P3) als Minus-Planetensätze ausgebildet sind.

7. Mehrstufengetriebe nach einem der vorangehenden Ansprüche 3 bis 6, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Außenlamellenträger der Kupplung (**47**), radial betrachtet, oberhalb der Kupplung (**47**) geführt ist.

8. Mehrstufengetriebe nach einem der vorangehenden Ansprüche 3 bis 7, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Kupplungen (**47, 67**), radial betrachtet, im Wesentlichen übereinander angeordnet sind.

9. Mehrstufengetriebe nach einem der vorangehenden Ansprüche 3 bis 11, **dadurch gekennzeichnet**



**net**, dass der Außenlamellenträger der Kupplung (**13**) antriebsseitig angeordnet ist.

10. Mehrstufengetriebe nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass sich der erste Gang durch Schließen der Kupplung (**67**) und der Bremsen (**04**) und (**05**), der zweite Gang durch Schließen der Bremsen (**04**) und (**05**) und der Kupplung (**47**), der dritte Gang durch Schließen der Kupplungen (**47**) und (**67**) und der Bremse (**05**), der vierte Gang durch Schließen der Kupplungen (**13**) und (**47**) und der Bremse (**05**), der fünfte Gang durch Schließen der Kupplungen (**13**) und (**67**) und der Bremse (**05**), der sechste Gang durch Schließen der Kupplungen (**13**), (**47**) und (**67**), der siebte Gang durch Schließen der Kupplungen (**13**) und (**67**) und der Bremse (**04**) und der achte Gang durch Schließen der Kupplungen (**13**) und (**47**) und der Bremse (**04**) ergibt.

11. Mehrstufengetriebe nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass sich ein Rückwärtsgang durch Schließen der ersten Bremse (**03**) und der zweiten und dritten Kupplung (**67**, **47**) ergibt und/oder dass sich ein Rückwärtsgang durch Schließen der ersten und zweiten Bremse (**03**, **04**) und der zweiten Kupplung (**67**) ergibt.

12. Mehrstufengetriebe nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die erste Bremse (**03**) als formschlüssiges Schaltelelement ausgebildet ist.

13. Mehrstufengetriebe nach Anspruch 12, **dadurch gekennzeichnet**, dass die erste Bremse (**03**) als synchronisierte oder unsynchronisierte Klauenbremse ausgebildet ist.

14. Mehrstufengetriebe nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass an jeder geeigneten Stelle zusätzliche Freiläufe einsetzbar sind.

15. Mehrstufengetriebe nach Anspruch 14, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Freiläufe zwischen den Wellen (**3**, **4**, **5**, **6**, **7**) und dem Gehäuse (G) vorgesehen sind.

16. Mehrstufengetriebe nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass Antrieb und Abtrieb auf der gleichen Seite des Gehäuses vorgesehen sind.

17. Mehrstufengetriebe nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass ein Achs- und/oder ein Verteilerdifferential auf der Antriebsseite oder der Abtriebsseite angeordnet ist.

18. Mehrstufengetriebe nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass

die Antriebswelle (**1**) durch ein Kupplungselement von einem Antriebs-Motor des Kraftfahrzeugs trennbar ist.

19. Mehrstufengetriebe nach Anspruch 18, **dadurch gekennzeichnet**, dass als Kupplungselement ein hydrodynamischer Wandler, eine hydraulische Kupplung, eine trockene Anfahrkupplung, eine nasse Anfahrkupplung, eine Magnetpulverkupplung oder eine Fliehkraftkupplung vorgesehen ist.

20. Mehrstufengetriebe nach einem der Ansprüche 1 bis 17, **dadurch gekennzeichnet**, dass in Kraftflussrichtung hinter dem Getriebe ein externes Anfahrrelement, insbesondere nach dem kennzeichnenden Teil des Anspruchs 19, anordbar ist, wobei die Antriebswelle (**1**) fest mit einer Kurbelwelle des Antriebs-Motors verbunden ist.

21. Mehrstufengetriebe nach einem der Ansprüche 1 bis 17, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Anfahren des Kraftfahrzeugs mittels eines getriebeinternen Schaltelements, insbesondere mittels der zweiten Kupplung (**67**) oder der zweiten Bremse (**04**) des Getriebes, erfolgt, wobei die Antriebswelle (**1**) ständig mit der Kurbelwelle des Antriebs-Motors verbunden ist.

22. Mehrstufengetriebe nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass zwischen Motor und Getriebe ein Torsionsschwingungsdämpfer anordbar ist.

23. Mehrstufengetriebe nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass auf jeder Welle eine verschleißfreie Bremse anordbar ist.

24. Mehrstufengetriebe nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass zum Antrieb von zusätzlichen Aggregaten auf jeder Welle ein Nebenabtrieb anordbar ist.

25. Mehrstufengetriebe nach Anspruch 28, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Nebenabtrieb auf der Antriebswelle (**1**) oder der Abtriebswelle (**2**) anordbar ist.

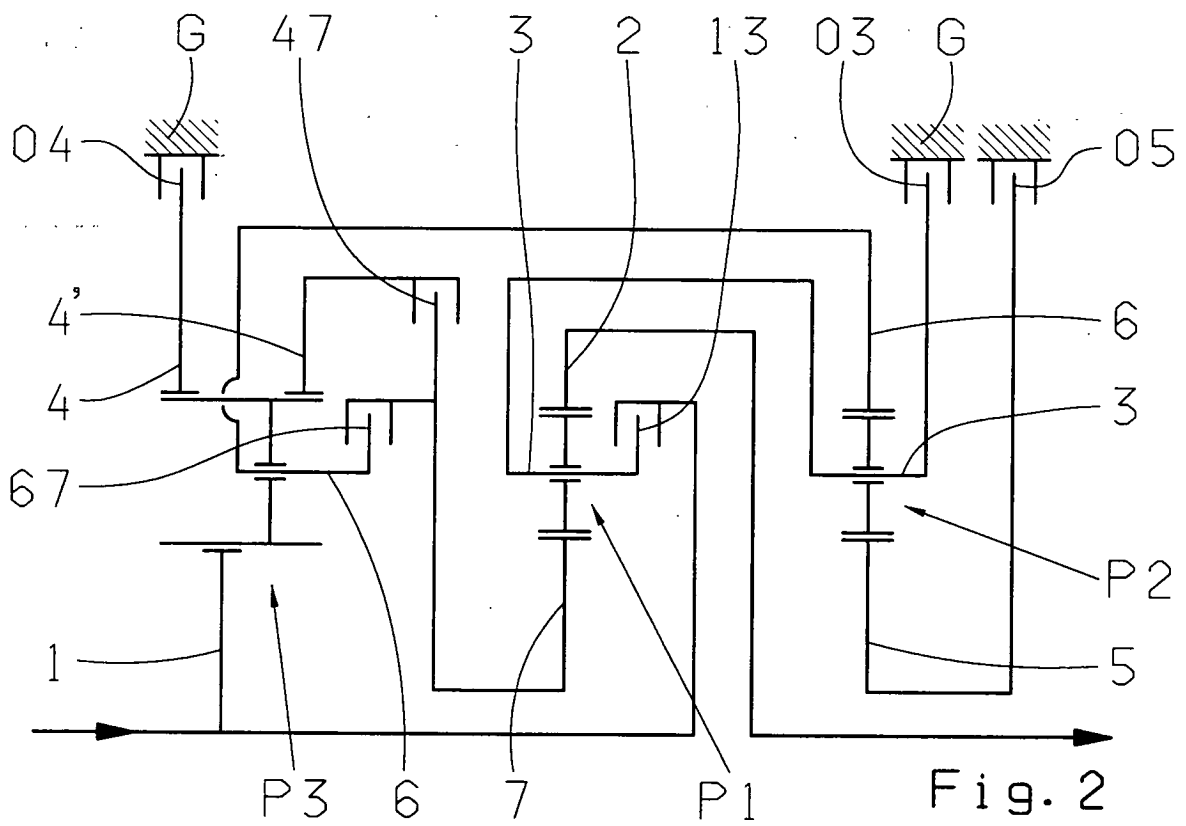
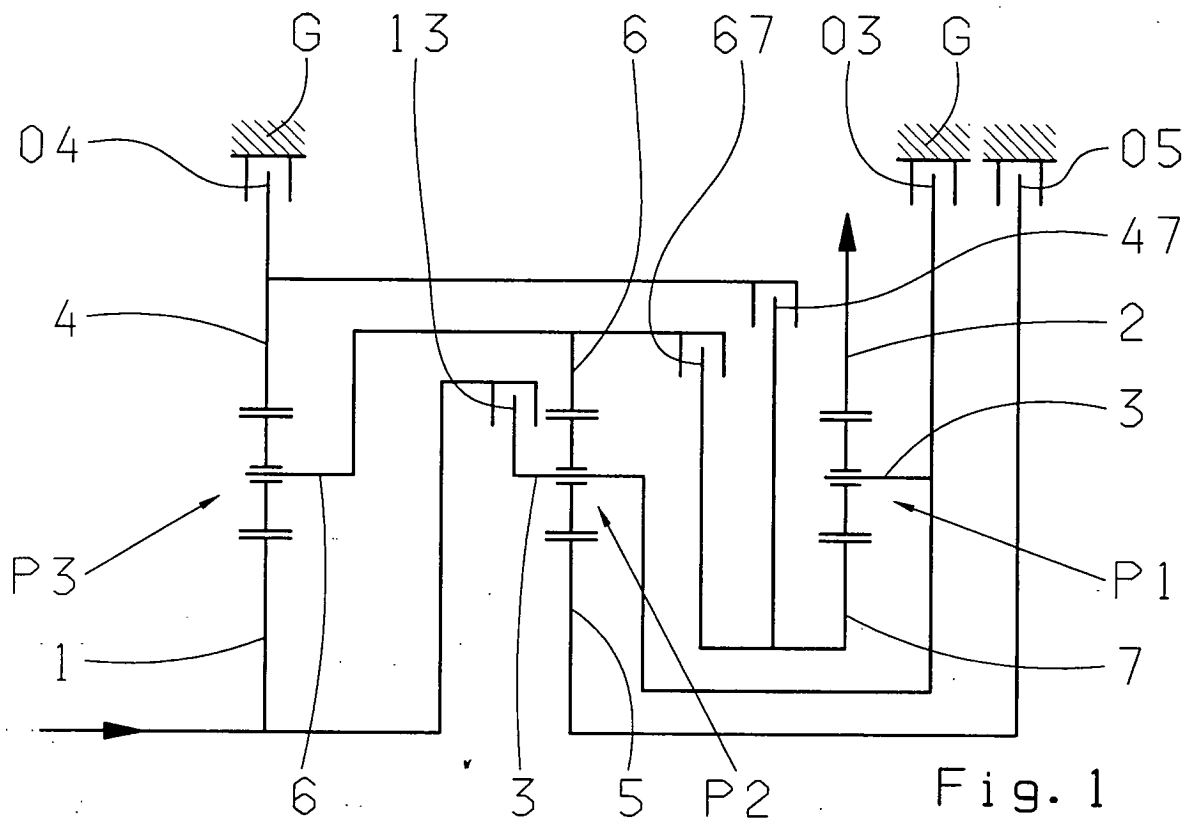
26. Mehrstufengetriebe nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass Lamellenkupplungen, Bandbremsen, Konuskupplungen und/oder synchronisierte Klauenkupplungen einsetzbar sind.

27. Mehrstufengetriebe nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass auf jeder Welle als Generator und/oder als zusätzli-

che Antriebsmaschine eine elektrische Maschine anbringbar ist.

Es folgen 2 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen



Geschlossene Schaltelemente								
GANG Speed	KUPPLUNG Clutch			BREMSE Brake			ÜBERSETZUNG Gear Ratio  i	GANGSPRUNG Step  $\varphi$
	67	13	47	05	03	04		
1	●			●		●	4,829	1,653
2			●	●		●	2,921	1,542
3	●		●	●			1,894	1,313
4		●	●	●			1,442	1,173
5	●	●		●			1,229	1,229
6	●	●	●				1,000	1,209
7	●	●				●	0,827	1,112
8		●	●			●	0,744	GESAMT/Total
R1	●		●		●		-2,900	6,50
R2	●				●	●	-7,396	

Fig. 3